

Distribuição de Esporos de Fungos Micorrízicos em Solo dos Cerrados sob Diferentes Sistemas de Produção Agropecuária



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Dietrich Gerhard Quast

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria-Executiva

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Gado de Corte

Kepler Euclides Filho

Chefe-Geral

Documentos 138

Distribuição de Esporos de Fungos Micorrízicos em Solo dos Cerrados sob Diferentes Sistemas de Produção Agropecuária

Aline Lacerda Porto
Cesar Heraclides Behling Miranda
Manuel Cláudio Motta Macedo

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Rodovia BR 262 Km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Caixa Postal 154

Fone: (67) 368 2064

Fax: (67) 368 2180

<http://www.cnp gc.embrapa.br>

E-mail: sac@cnp gc.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Ivo Martins Cezar*

Secretário-Executivo: *Liana Jank*

Membros: *Antonio do Nascimento Rosa, Arnildo Pott, Ecila*

Carolina Nunes Zampieri Lima, José Raul Valério, Liana Jank,

Lúcia Gatto, Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra, Rosângela

Maria Simeão Resende, Tênisson Waldow de Souza

Supervisor editorial: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

Revisor de texto: *Lúcia Helena Paula do Canto*

Normalização bibliográfica: *Maria Antonia M. de Ulhôa Cintra*

Foto da capa: *Ana Lucy Caproni*

Criação da capa: *Paulo Roberto Duarte Paes*

Editoração eletrônica: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

1ª edição

1ª impressão (2003): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Gado de Corte.

Porto, Aline Lacerda.

Distribuição de esporos de fungos micorrízicos em solo dos Cerrados sob diferentes sistemas de produção agropecuária / Aline Lacerda Porto, Cesar Heraclides Behling Miranda, Manuel Cláudio Motta Macedo. -- Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2003.

23 p. ; 21 cm. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 138)

ISBN 85-297-0165-8

1. Solo. 2. Cerrado. 3. Micorriza. I. Miranda, Cesar Heraclides Behling. II. Macedo, Manuel Cláudio Motta. III. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). IV. Título. V. Série.

CDD 631.46 (21. ed.)

© Embrapa 2003

Autores

Aline Lacerda Porto

Acadêmica de Biologia do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Católica Dom Bosco, Av. Tamandaré, 6000, Jardim Seminário, 79117-900 Campo Grande, MS.

Cesar Heraclides Behling Miranda

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., CREA Nº 782/D, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio eletrônico: miranda@cnpgc.embrapa.br

Manuel Cláudio Motta Macedo

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., CREA Nº 31.309/D, Embrapa Gado de Corte, Bolsista do CNPq. Correio eletrônico: macedo@cnpgc.embrapa.br

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução	10
Metodologia	13
Resultados	15
Discussão	17
Conclusões	20
Agradecimentos	20
Referências bibliográficas	20

Distribuição de Esporos de Fungos Micorrízicos em Solo dos Cerrados sob Diferentes Sistemas de Produção Agropecuária

Aline Lacerda Porto

Cesar Heraclides Behling Miranda

Manuel Cláudio Motta Macedo

Resumo

Determinou-se a ocorrência de fungos micorrízicos, pela contagem de esporos, em um solo dos Cerrados, nativo ou modificado pelo homem, com o objetivo de conhecer os efeitos de diferentes práticas agrícolas na ocorrência desses fungos. Amostrou-se solo sob vegetação de Cerrados e em áreas cuja vegetação foi substituída por pastagens puras de *Brachiaria decumbens*, e assim mantidas; ou que foi recuperada e mantida com fertilização a partir de 1993; ou área na qual se cultiva soja desde 1993, com diferentes sistemas de preparo de solo. Tomaram-se cinco repetições de solo em cada tratamento (0-20 cm de profundidade), nos períodos seco (setembro/2001) e chuvoso (janeiro/2002). Separaram-se os esporos usando-se a metodologia do peneiramento úmido, com malha de 0,044 mm, e fez-se contagem em três subamostras de cada repetição. Verificou-se que os tratamentos com pastagens mantidas com adubação ou implantadas após cultivo de soja apresentaram número de esporos semelhantes em ambos os períodos estudados. Na cultura contínua de soja, independentemente do modo de preparo do solo, verificou-se um número de esporos significativamente maior ($P < 0,05$) na seca do que nas chuvas, como também observado no solo sob Cerrados e na pastagem degradada. Conclui-se que práticas agrícolas que possibilitem maior diversidade de plantas por área favorecem a presença de fungos micorrízicos no solo, um importante parâmetro biológico indicador da qualidade do solo.

Termos para indexação: micorrizas, pastagens, soja, sustentabilidade

Distribution of Mycorrhizal Fungi Spores in a Cerrados Soil under Different Agriculture and Husbandry Production Systems

Abstract

The presence of mycorrhizal fungi was determined in a native or man modified Cerrados soil, by enumerating their spores in the soil, to know the effects of different agricultural practices in their occurrence. Soil samples were taken from a Cerrados forest and areas in which the forest was substituted by pure pastures of Brachiaria decumbens, either without or with regular fertilization since 1993; or area cultivated with soybean since 93, with different soil preparation techniques. Soil from each treatment was sampled in five replications (0-20 cm depth) at the dry (September, 2001) and rainy seasons (January, 2002). Mycorrhizal spores were separated from the soil through the wet sieving method, using a sieve of 0.044 mm, and counted in three replicates of every sample per treatment. Soil under pure pastures maintained with basic fertilization or planted after a short period of soybean cropping, showed similar number of spores in both seasons, significantly lesser than in areas cropped with soybean, native forest or degraded pasture. However, soil under soybean, independent of the soil preparation technique used, showed number of spores significantly higher ($P < 0.05$) in the dry season (absence of the main culture, large presence of weeds) than in the rainy season (presence of the main culture, predominantly). A same trend was observed for soil under Cerrados or degraded pasture. The number of spores in these areas was larger than in areas of pure pasture. It is concluded that agricultural practices that allow the establishment of a larger number of plant species per area are favourable to the presence of

mycorrhizal fungi in the soil, an important biological parameter indicative of sustainability.

Index terms: *Mycorrhiza, pastures, brazilian savannah, soybean, sustainability*

Introdução

Os Cerrados incluem diferentes formas de vegetação que abrangem cerca de 21 % do território nacional, principalmente no Brasil Central. É uma área excelente para agricultura e pecuária, por sua situação geográfica estratégica em relação aos centros consumidores e/ou exportadores e predominância de áreas de relevo plano ou pouco ondulado, favoráveis à mecanização das práticas agrícolas (Ker et al., 1996).

Até a década de 1960, a atividade predominante nos Cerrados era a pecuária extensiva, restrita à cria e recria de bovinos de corte em pastagens nativas, as quais eram queimadas anualmente no período seco. A exploração agrícola limitava-se a lavouras de subsistência, que ocupavam pouco mais de um milhão de hectares (Corrêa, 1995). A introdução de gramíneas, especialmente *Brachiaria decumbens*, no início da década de 1970, provocou grande impacto na exploração pecuária dos Cerrados, contribuindo para aumentar expressivamente a produção e a capacidade de suporte das pastagens. Adaptando-se em solos de baixa fertilidade, e com boa produção de forragem mesmo na época seca do ano, a *B. decumbens* expandiu-se rapidamente, impulsionada pelos programas especiais de crédito então existentes, e contribuiu para o crescimento elevado do rebanho bovino na região. Com pastagens de braquiárias e melhor manejo, os criadores passaram a integrar as atividades de cria, recria e engorda, com índices de produtividade superiores aos que eram obtidos nas pastagens nativas (Corrêa, 1995). Estima-se que existam, atualmente, entre 45 e 50 milhões de hectares da área de pastagens nos Cerrados do Brasil Central, que respondem por 60 % da produção de carne nacional. Infelizmente, pelo menos 80 % dessas pastagens encontram-se em algum estágio de degradação, com baixa capacidade de suporte animal e baixa produção de carne por área (Barcellos, 1996).

Como a exploração agrícola dos solos dos Cerrados é recente, pouco se sabe sobre a sustentabilidade, em longo prazo, dos diferentes sistemas de produção agrícola que começam a ser prática corrente nesse ecossistema; em especial, de

solos sob a cultura da soja, que vem sendo usada extensivamente em monocultura ou em sistemas de rotação com outras culturas e pastagens, como forma de recuperar pastagens degradadas.

A substituição da vegetação nativa de rica complexidade por monocultivos pode ser catastrófica à biodiversidade nesse ecossistema. A cultura contínua da soja, com preparo de solo nos moldes atualmente praticados, por exemplo, tem resultado em balanços negativos de nitrogênio (N), ou seja, é extraído mais N do sistema por meio da colheita de grãos do que o introduzido por essa leguminosa por fixação biológica de N. Redução dos estoques de carbono (C) do solo sob essa cultura em relação aos Cerrados nativos também foi registrada (Coraza et al., 1999).

O estudo de práticas agrícolas adequadas, de rotação de culturas, o uso de leguminosas que contribuam efetivamente à formação de matéria orgânica de boa qualidade, deve ser enfatizado nessa situação. Afinal, são essas práticas as determinantes da sustentabilidade de qualquer sistema produtivo (Balesdent et al., 2000; Bayer et al., 2000; Larney et al., 1997; Power & Peterson, 1998; Salinas-Garcia et al., 1997).

Uma das maiores necessidades é conhecer os efeitos das práticas agrícolas em uso corrente nos Cerrados sobre a biologia do solo. Nos ecossistemas naturais, a cobertura vegetal permanente proporciona proteção contínua do solo, além de reciclar nutrientes por meio dos seus resíduos, com isso mantendo ativa uma vasta diversidade de microorganismos benéficos à estabilidade do sistema e da produção agrícola. Entre outros microorganismos, as micorrizas, por exemplo, estão envolvidas na conservação, armazenagem e ciclagem de nutrientes em todos os ecossistemas (Barea, 1991).

Micorrizas são associações simbióticas não patogênicas entre fungos do solo e raízes da maioria das plantas vasculares (Barea, 1991; Bettiol, 1991; Colozzi Filho & Cardoso, 2000; Vargas, 1997). A maioria das espécies de plantas depende das micorrizas para a adequada absorção de nutrientes e sobrevivência em ecossistemas naturais (Bettiol, 1991). Podem atuar como complemento do sistema radicular da planta hospedeira, proporcionando aumento na absorção de nutrientes do solo pelas plantas, principalmente do fósforo (P). Além disso, proporcionam proteção contra patógenos, maior longevidade das raízes absorventes, maior capacidade de sobrevivência e crescimento inicial de mudas

transplantadas; maior produtividade em solos pobres e locais adversos, maior tolerância a estresses hídricos, bem como favorecimento da fixação biológica de N₂ nas leguminosas (Barea, 1991; Collozzi Filho & Cardoso, 2000; Martins et al., 2000; Paron et al., 1997; Vargas, 1997).

Basicamente são reconhecidos sete diferentes tipos de micorrizas, os quais envolvem grupos diferentes de fungos e plantas hospedeiras e padrões morfológicos distintos. As mais conhecidas são as micorrizas vesicular-arbusculares (VAM), nas quais fungos zigomicetos formam hifas, arbúsculos e vesículas nas células do córtex da raiz; e as ectomicorrizas, nas quais fungos basidiomicetos, dentre outros, formam um manto de hifas ao redor das raízes (Brundrett et al., 1996). Micorrizas do tipo VAM são comumente encontradas em plantas dos mais variados ecossistemas.

Normalmente, os solos sob cerrados apresentam baixos teores de P disponível, aliado à alta capacidade de fixação das formas solúveis de P adicionadas ao solo como fertilizantes (Fernandes, 1986). Como a hifa dos fungos micorrízicos tem um raio menor do que o das raízes, estas podem se estender além da área de exploração daquela, podem explorar um volume de solo maior do que aquele da zona de absorção de nutrientes das raízes da planta, bem como microporos nos quais as raízes não entrariam, facilitando a absorção de nutrientes que atuam pelo processo de difusão, tais como o P, Zn e Cu (Barea, 1991, Marschner & Dell, 1994).

As práticas de manejo agrícolas provocam modificações qualitativas e quantitativas na população desses fungos (Souza et al., 1999), por alterarem as características físicas, químicas e biológicas do solo. A calagem e a adubação são alternativas técnicas utilizadas para corrigir a elevada acidez e a baixa fertilidade natural dos solos de Cerrados. No entanto, essas práticas causam mudanças na composição e na atividade das comunidades de microorganismos do solo. Com isso, o conhecimento dos efeitos das práticas agrícolas na dinâmica das populações de fungos micorrízicos nos solos é importante, por causa das transformações que esses microorganismos promovem, influenciando a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Pereira et al., 2000).

Neste estudo foi determinada a ocorrência de fungos micorrízicos, pela quantificação do número de esporos no solo de uma área de Cerrados que vem sendo explorada com agricultura e pecuária desde os anos de 1970, com o

objetivo de conhecer os efeitos de diferentes práticas agrícolas na ocorrência desses fungos.

Metodologia

Na quantificação dos fungos micorrízicos no solo usou-se a técnica básica de Gerdeman & Nicolson (1963), de peneiramento com água, e fez-se um peneiramento extra com solução de sacarose, como descrita por Jenkins (1964), usada originalmente para separação de nematóides do solo. Uma discussão detalhada sobre a eficácia desse método é apresentada por Smith & Skipper (1979).

O estudo foi conduzido em experimento de rotação de culturas na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, em área de um cerradão desmatado na década de 1970, introduzindo-se uma pastagem de *B. decumbens*. No começo dos anos de 1990, essa pastagem estava severamente degradada. Em 1993, parte da área foi renovada e iniciaram-se estudos de rotação de culturas, para conhecer a sustentabilidade de diferentes sistemas de exploração agropecuária nos Cerrados. O solo da área é um Latossolo Vermelho-Escuro, com 38% a 45% de argila.

Foram realizadas duas coletas: uma no período seco do ano de 2001, em setembro, e outra, no período chuvoso do ano 2002, no mês de janeiro.

Amostrou-se solo nos seguintes tratamentos:

- Vegetação original de Cerrados (cerradão).
- Pastagem pura de *Brachiaria decumbens* introduzida nos anos de 1970, mantida sem adubação (pastagem degradada).
- Pastagem renovada e adubada em 1993, e sem adubação de manutenção.
- Pastagem pura de *B. decumbens* renovada e com adubação a cada dois anos a partir de 1993.
- Pastagem de *B. decumbens* associada a leguminosas forrageiras (*Calopogonium mucunoides* e *Stylosanthes guianensis*) e adubadas a cada dois anos.
- Área sob lavoura contínua de soja desde 1993, com preparo do solo convencional (uma aração e duas gradagens), sem cultura de inverno.
- Idem, com preparo de solo conservacionista (uma aração, gradagem e subsolagem), com cultivo de milho no inverno.

- Idem, sem preparo de solo, com plantio direto da soja em área onde é cultivado milho no inverno desde 1993.
- Área com rotação de cultura, um ano de cultivo de soja seguidos de três anos de pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu.
- Área com rotação de cultura, quatro anos de soja seguidos de quatro anos de pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

Cada um desses tratamentos tem quatro repetições no campo, em blocos ao acaso, com uma área de 0,7 ha para cada repetição nas pastagens e 1.300 m² nas lavouras contínuas de soja. Foram tomadas amostras de duas repetições, com cinco subamostras ao acaso dentro de cada repetição. Coletou-se o solo em áreas quadradas (20 x 20 cm), de 0 a 20 cm de profundidade, por ser este o horizonte de solo de maior atividade biológica.

O solo coletado no campo foi trazido para a casa de vegetação e seco ao ar e, após a secagem, foi passado em peneira com malha de 2 mm. Seguindo-se a metodologia descrita por Gerdemann & Nicholson (1963), coletaram-se 20 g do solo seco por repetição, que foram colocados em um Becker com 200 mL de água destilada. Após agitação, passou-se a suspensão resultante em peneira com malha de 0,7 mm, sobreposta a uma de 0,044 mm. A peneira maior foi usada para reter fragmentos maiores de material orgânico, enquanto que a peneira menor reteve os esporos. O material retido na peneira foi passado para um tubo de centrífuga e centrifugado com água destilada a 2.000 rpm por cinco minutos; em seguida, a suspensão resultante, passada na peneira com malha de 0,044 mm. O material retido foi lavado várias vezes e disposto novamente no tubo de centrífuga, ao qual se adicionou uma solução de sacarose (50% peso/volume). Fez-se agitação por cinco minutos a 2.000 rpm e outra passagem na peneira de 0,044 mm. Finalmente, os esporos retidos na peneira foram armazenados em água e mantidos em geladeira para posterior contagem.

Para a contagem, utilizaram-se três subamostras de 0,5 mL da suspensão de esporos armazenados, de cada repetição, observando-se em microscópio estereoscópico com aumento de 40 vezes, contando-se o número de esporos na amostra, sem qualquer tentativa de diferenciação morfológica.

Com a média das três subamostras de cada repetição foram realizadas as análises estatísticas das médias dos tratamentos. Para a análise de variância dos dados e

de comparação das médias, usou-se o aplicativo estatístico MSTATC, da Michigan State University.

Resultados

Os números de esporos coletados no solo sob os diferentes tratamentos estudados na época seca do ano (setembro/2001) são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Número de esporos de fungos micorrízicos (número/g de solo seco) nos diferentes tratamentos na época seca do ano. Colheita em setembro de 2001. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Tratamentos	Número de esporos
Vegetação nativa dos Cerrados (Cerradão)	62abc
Pastagem degradada, implantada em área desmatada nos anos 1970	51bcde
Pastagem renovada (correção da acidez e fertilização) em 1993. Sem fertilização posterior	34e
Pastagem renovada e fertilizada em 1993; desde então, com nova fertilização a cada dois anos	40de
Pastagem renovada e fertilizada em 1993, consorciada com leguminosas forrageiras	41cde
Plantio contínuo de soja desde 1993, com preparo de solo convencional	74a
Plantio contínuo de soja desde 1993, com preparo de solo conservacionista	66ab
Plantio contínuo de soja desde 1993, sem preparo de solo (plantio direto)	61abcd
Plantio de soja em 1993 e 1996, pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> entre 1994 e 1996, e entre 1998 e 2001	38e
Plantio de soja de 1993 a 1997, pastagem de <i>Panicum maximum</i> entre 1997 e 2001	47bcde

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Duncan $P < 0,05$).

Verifica-se que, em termos absolutos, o solo sob plantio contínuo de soja desde 1993, com preparo convencional do solo, apresentou maior número de esporos de fungos micorrízicos (74 esporos/g solo seco). Entretanto, todos os tratamentos com soja mostraram número de esporos estatisticamente semelhantes ($P < 0,01$), e iguais aos do solo sob cerrado.

As áreas sob pastagem apresentaram número inferior de esporos aos medidos no solo sob cultura da soja, independentemente do método de cultivo, bem como do solo sob vegetação nativa de cerrado. Nessas áreas, o menor número de esporos foi constatado sob pastagem que foi adubada somente em 1993, sem adubação posterior (34 esporos/g solo), e no tratamento com rotação de cultura em que se cultivou soja de 1993 a 1997, com pastagem de *B. brizantha* a partir de 1997 (38 esporos/g de solo seco).

Na Tabela 2 são apresentados os números de esporos registrados em solo sob diferentes tratamentos na época chuvosa do ano (janeiro/2002). De forma geral, verifica-se um menor número de esporos do que no período seco, em todos os tratamentos, com uma tendência de padronização do número de esporos em todos os tratamentos. A variação do número de esporos ficou entre 28 e 38 esporos/g solo seco nas chuvas, e entre 34 e 74 esporos/g solo seco no período seco. Os únicos tratamentos que mostraram número de esporos estatisticamente diferentes foram o plantio contínuo de soja desde 1993, sem preparo de solo (plantio direto), com 38 esporos/g de solo seco, e a pastagem renovada e fertilizada em 1993, com fertilização a cada dois anos, com 28 esporos/g solo seco.

Comparando-se os períodos seco e chuvoso verifica-se que os tratamentos com pastagem, que são mantidos com adubação ou que foram implantados após o cultivo de quatro anos de soja, mostraram número de esporos semelhantes em ambos os períodos. Já o solo sob cultura contínua de soja desde 1993, independentemente do modo de preparo do solo, apresentou um número de esporos significativamente menor ($P < 0,05$) no período chuvoso do que no período seco. O mesmo comportamento foi observado no solo de cerrado e naquele sob pastagem degradada.

Tabela 2. Número de esporos de fungos micorrízicos (número/g de solo seco) nos diferentes tratamentos na época chuvosa do ano. Colheita em janeiro de 2002. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

<i>Tratamentos</i>	<i>Número de esporos</i>
Vegetação nativa dos Cerrados (Cerradão)	34ab
Pastagem degradada, implantada em área desmatada nos anos 1970	29ab
Pastagem renovada (correção da acidez e fertilização) em 1993. Sem fertilização posterior	30ab
Pastagem renovada e fertilizada em 1993; desde então, com nova fertilização a cada dois anos	28b
Pastagem renovada e fertilizada em 1993, consorciada com leguminosas forrageiras	31ab
Plantio contínuo de soja desde 1993, com preparo de solo convencional	37ab
Plantio contínuo de soja desde 1993, com preparo de solo conservacionista	36ab
Plantio contínuo de soja desde 1993, sem preparo de solo (plantio direto)	38a
Plantio de soja em 1993 e 1996, pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> entre 1994 e 1996, e entre 1998 e 2001	34ab
Plantio de soja de 1993 a 1997, pastagem de <i>Panicum maximum</i> entre 1997 e 2001	35ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Duncan $P < 0,05$).

Discussão

Neste trabalho optou-se por determinar o número de esporos de fungos micorrízicos nos solos como uma forma indireta de se conhecer a dinâmica da população desses fungos em solo submetido a diferentes formas de uso e manejo. Essa escolha deu-se pelo fato de os esporos serem a forma predominante de sobrevivência desses fungos, e um alto número no solo significa um alto

potencial de inóculo. Hayman (1970) mostrou que áreas com plantas de raízes abundantemente colonizadas por micorrizas apresentam, em paralelo, grande número de esporos no solo.

Foi observada uma variedade de tipos diferentes de esporos nos tratamentos estudados, principalmente quanto a tamanho e cor, porém não se tentou classificar nenhuma espécie em particular. Estudo paralelo (Kojima et al., 2002) mostrou a ocorrência de esporos de espécies de *Glomus*, *Acaulospora* e *Gigaspora*.

De forma geral, observou-se um maior número de esporos no solo sob cultivo de soja, especialmente em área usada com preparo de solo convencional, ou seja, em solo que sofre trabalho mecânico de aração e gradagem todo o ano. No período em que se amostrou o solo na época seca (setembro/2001), não havia plantas de soja no campo, já que o plantio ocorre em novembro com colheita em abril. Porém, na época amostrada, o solo estava coberto por uma grande variedade de plantas daninhas. Possivelmente, essa diversidade de plantas favoreceu o desenvolvimento de micorrizas nas raízes das plantas, com conseqüente aumento do número de esporos no solo; especialmente nesse período, quando a maioria das plantas está em senescência e há tendência do fungo preparar esporos como forma de sobrevivência (Jasper et al., 1993). Os esporos são a melhor estrutura de sobrevivência dos fungos micorrízicos (Lopes & Fernandes, 1986).

Da mesma forma que no solo sob cultivo de soja, o solo sob vegetação natural de cerrado também possuía uma diversidade maior de plantas por área, e mostrou a mesma tendência de resultados, como visto na Tabela 1. É interessante observar que dentre os solos sob pastagem, o tratamento que teve um número maior de esporos foi o solo sob pastagem degradada. A menor cobertura de pastagem nesse solo, por causa da baixa fertilidade do solo, vem favorecendo o aparecimento de plantas invasoras. Na verdade, nesse tratamento observou-se uma alta ocorrência de vegetação secundária, semelhante ao cerrado. Em função disso, há também tendência de ocorrer maior taxa de micorrizas por área, conseqüentemente uma maior esporulação. Além disso, a baixa fertilidade do solo nesse tratamento induz uma dependência maior da própria gramínea aos fungos micorrízicos.

No solo das áreas sob pastagem, o número de esporos foi menor que na área com cultura de soja. Talvez, pelo fato de as pastagens conterem, predominantemente, uma só espécie vegetal, como é o caso desta pesquisa, ou *B. brizantha*, *B. decumbens* ou *P. maximum*. As gramíneas são bastante agressivas e competitivas por luz e água, dificultando o estabelecimento de outras plantas.

Embora *B. decumbens* seja uma espécie reconhecidamente favorável à micorrização (Sano, 1986), o fato de ser a única espécie na área pode restringir a esporulação dos fungos. Deve-se levar em conta, ainda, o fato de algumas dessas pastagens receberem fertilização periodicamente, o que também diminui a dependência de simbiose com os fungos micorrízicos.

No tratamento pastagem consorciada com leguminosas forrageiras constatou-se um número pequeno de esporos/g de solo seco (Tabela 1). Seguindo-se o raciocínio exposto, como há presença de diferentes espécies vegetais na pastagem esperava-se um maior número de esporos. Na realidade, havia poucas plantas de leguminosas na pastagem. As leguminosas, além de serem menos competitivas do que as gramíneas pelos recursos do solo, são, normalmente de ciclo curto, enquanto as gramíneas são perenes.

Outro tratamento de pastagem que diferiu dos demais foi a pastagem de *Panicum maximum* plantada em 1997, após o solo ter sido cultivado com soja por quatro anos. Ressalta-se que *P. maximum* é uma planta que se estabelece em touceiras, deixando espaços livres entre elas, o que pode favorecer o estabelecimento de algumas invasoras, especialmente no período seco do ano.

Assim, comparando-se os tratamentos, infere-se que o efeito da prática agrícola está relacionado com a diversidade de plantas que possam vir a ocupar a área nos intervalos entre a cultura principal ou durante períodos de ausência dessa cultura. Nas áreas onde predominava apenas uma espécie, no caso as pastagens, o número de esporos foi menor do que nas áreas com maior diversidade de plantas, assim como não se verificou efeito da época do ano.

Entretanto, é discutível se o número de esporos presentes no solo é um parâmetro efetivo do número de ocorrências e, principalmente, da funcionalidade das micorrizas. Podem existir espécies de fungos micorrízicos de grande importância que não estivessem produzindo esporos na ocasião das coletas realizadas. Ou, ainda, que tenham esporos menores do que as malhas das peneiras utiliza-

das, não sendo, portanto, coletados na amostragem. Assim, estudos complementares sobre a distribuição de espécies que efetivamente ocorrem no solo sob os diferentes sistemas de produção em estudo, em outras épocas do ano, são necessários para uma melhor compreensão dos efeitos desses sistemas na distribuição dos fungos micorrízicos.

Conclusões

Práticas agrícolas que possibilitem uma maior diversidade de espécies vegetais por área podem favorecer a sustentabilidade de sistemas agropecuários nos Cerrados, se se considerar a presença de fungos micorrízicos no solo como um parâmetro biológico indicador dessa sustentabilidade e da qualidade do solo.

Como o número de esporos presentes no solo não é um parâmetro efetivo da ocorrência e potencial funcional das micorrizas, estudos complementares são necessários para confirmar o efeito de diferentes sistemas de produção agropecuária na ocorrência e distribuição de fungos micorrízicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a prestimosa ajuda de Vera Karine Coelho Barbosa, Regis Ketter Ocampos, bolsistas de Aperfeiçoamento Técnico da Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária e Ambiental – Fundapam – e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq –, no Laboratório de Biologia do Solo.

Referências bibliográficas

- BARCELLOS, A. de O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. Anais.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 130-136.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 101-109, 2000.

BALESDENT, J.; CHENU, C.; BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 215-230, 2000.

BAREA, J. M. Vesicular-arbuscular micorrhizae as modifiers of soil fertility. **Advances on Soil Science**, New York, v. 15, n. 2, p. 1-40, 1991.

BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. 388 p. (EMBRAPA-CNPDA. Documentos, 15).

BRUNDETT, M.; BOUGHER, N.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. **Working with mycorrhizas in forestry and agriculture**. Camberra: ACIAR, 1996. 374 p. (ACIAR Monograph, 32).

COLOZZI FILHO, A.; CARDOSO, E. J. B. N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2033-2042, 2000.

CORRAZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 425-432, 1999.

CORRÊA, A. N. S. **Pecuária de corte na região de Cerrado do Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1995. 9 p. Mimeografado.

FERNANDES, A. H. B. Micorrizas. In: COLETÂNEA DE SEMINÁRIOS TÉCNICOS DO CPA PANTANAL 1986. Maria Ferreira Loureiro (Ed.). Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1986. 77 p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 10).

GERDEMANN, J. W.; NICHOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235-244, 1963.

HAYMAN, D. S. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular-arbuscular micorriza in wheat as influenced by season and soil treatment. **Transaction of the British Mycological Society**, v. 54, n. 1, p. 53-63, 1970.

JASPER, D. A.; ABBOT, L. K.; ROBSON, A. D. The survival of infective hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in dry soil: an interaction with sporulation. **New Phytologist**, Cambridge, v. 124, n. 3, p. 473-479, 1993.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, Washington, v. 48, n. 7, p. 692, 1964.

KOJIMA, T.; SAITO, M.; KANNO, T.; NAKAMURA, T.; MIRANDA, C. H. B.; MACEDO, M. C. M. The aspects of VA micorrhizal fungi in pasture and soybean crop fields of agropastoral systems of Brazil. **Japanese Society of Grassland Science Journal**, v. 48, p. 390-391, 2002.

KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W. de; CARVALHO FILHO, A. de. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, p. 1-31.

LARNEY, F. J.; BREMER, E.; JANZEN, H. H.; JOHNSON, A. M.; LINDWALL, C. W. Changes in total, mineralizable and light fraction soil organic matter with cropping and tillage intensities in semiarid southern Alberta, Canada. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 42, n. 4, p. 229-240, 1997.

LOPES, E. S.; FERNANDES, F. A. Endomicorrizas: produção de inóculo e inoculação. In: I REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. **Anais...** Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1986. p. 125-135.

MARTINS, M. A.; GONÇALVES, G. F. de; SOARES, A. C. F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares associados a compostos fenólicos, no crescimento de mudas de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1465-1471, 2000.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 89-102, 1994.

PARON, M. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. Fungos micorrízicos, fósforo e nitrogênio no crescimento inicial da trema e do fedegoso. **Revista de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 567-574, 1997.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; GAVA, C. A. T. Efeito do cultivo da soja da população bacteriana em solos de Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1177-1182, 2000.

PORTO, A. L.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, V. K. C.; AZAMBUJA, D. G.; VERZIGNASSI, J. R. Fungos micorrízicos em solo sob sistemas contínuos de produção agropecuária. In: ENCONTRO DE BIÓLOGOS DO CRBio-1, 13., 2002, São Pedro. **Anais...** São Pedro: CRBio-1, 2002. p. 106-107.

POWER, J. F.; PETERSON, G. A. Nitrogen transformations, utilization and conservation as affected by fallow tillage method. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 37-47, 1998.

SALINAS-GARCIA, J. R.; HONS, F. M.; MATOCHA, J. E.; ZUBERER, D. A. Soil carbon and nitrogen dynamics as affected by long-term tillage and nitrogen fertilization. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 25, n. 2, p. 182-188, 1997.

SANO, S. M. Ecologia e manejo de endomicorrizas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., 1985, Lavras. **Anais...** Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1986. p. 120-124.

SMITH, G. W.; SKIPPER, H. D. Comparison of methods to extract spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 43, n. 4, p. 722-725, 1979.

SOUZA, F. A. de; TRUFEM, S. F. B.; ALMEIDA, D. L. de; SILVA, E. M. R. da; GUERRA, J. G. M. Efeito de pré-cultivo sobre o potencial de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares e produção da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1913-1923, 1999.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 540 p.



Gado de Corte



**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

**Governo
Federal**